

Karakter Tanaman yang Mempengaruhi Hasil Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)***Plant Characters that Affected Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) Yield*****Djumali* dan Elda Nurnasari**

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Jl. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang 65152, Indonesia

Diterima 25 September 2013/Disetujui 21 Januari 2014

ABSTRACT

Yield variety of physic nut is one of the factor that cause the gap between the potential and actual yields. In a homogeneous environment, plant yield is controlled by multigenes. To obtain a homogeneous yield, it is necessary to determine the plant characters affecting physic nut yield. A research was carried out in Asembagus and Muktiharjo Research Stations in January-December 2010 to observe plant growth and yield of IP-3A and IP-3M genotypes. Data were analyzed backward stepwise to determine the plant characters that affect plant yield. The results showed that IP-3A plant characters affecting yield from the greatest were the number of branches, the ratio C / N in petiol, the number of non-productive branches, the amount of glucose needed to form per gram petiol tissue, C-organic content in petiol, the ratio C / N in stem, C-organic content in stem, and the amount of glucose needed to form per gram stem tissue. Of the eight characters, only the number of non-productive branches negatively affected on yield, while other characters showed positive influence. The IP-3M plant characters affecting yield from the greatest were the ratio C / N in shoot, N content in shoot, the amount of glucose needed to form per gram shoot and stem tissues, C-organic content in shoot and stem, the amount of glucose needed to form per gram leaf tissue, C-organic content in leaf and water content in stem. Of the nine characters, only the N content in shoot that negatively affected on plant yield, while other characters showed positive influence.

Keywords: character, growth, *Jatropha curcas*, productive branches, yield

ABSTRAK

Keragaman hasil tanaman jarak pagar merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kesenjangan antara potensi dengan hasil aktual. Dalam kondisi lingkungan yang homogen, hasil tanaman dikendalikan oleh banyak gen. Untuk memperoleh hasil tanaman yang homogen maka perlu ditentukan karakter tanaman yang mempengaruhi hasil tanaman jarak pagar. Penelitian dilakukan di KP. Asembagus dan KP. Muktiharjo pada Januari-Desember 2010 dengan mengamati pertumbuhan dan hasil pertanaman IP-3A maupun IP-3M. Data yang diperoleh dianalisis regresi linier berganda langkah mundur untuk menentukan karakter yang mempengaruhi hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter tanaman IP-3A yang mempengaruhi hasil biji mulai yang paling besar pengaruhnya adalah jumlah cabang, rasio C/N jaringan petiol, jumlah cabang non produktif, jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan petiol, kandungan C-organik dalam jaringan petiol, rasio C/N dalam jaringan batang, kandungan C-organik dalam jaringan batang, dan jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan batang. Jumlah cabang non produktif berpengaruh negatif terhadap hasil, sedangkan yang lainnya berpengaruh positif. Adapun karakter tanaman IP-3M yang mempengaruhi hasil biji mulai yang paling besar pengaruhnya adalah rasio C/N tajuk, kandungan N dalam jaringan tajuk, jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan tajuk dan batang, kandungan C-organik dalam jaringan tajuk dan batang, jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan daun, kandungan C-organik dalam jaringan daun, dan kadar air batang. Kandungan N dalam jaringan tajuk berpengaruh negatif terhadap hasil, sedangkan yang lainnya berpengaruh positif.

Kata kunci: cabang produktif, hasil, *Jatropha curcas*, karakter, pertumbuhan

PENDAHULUAN

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan salah satu jenis tanaman penghasil biofuel dan baru mendapat

perhatian sehingga pengetahuan tentang tanaman jarak pagar masih sangat sedikit. Krisis energi global menyebabkan perhatian masyarakat tertuju pada tanaman jarak pagar sebagai salah satu sumber energi alternatif pengganti BBM dari fosil. Hal ini dikarenakan dari beberapa jenis tanaman penghasil biodiesel seperti *Pongamia pinnata*, *Simarouba glauca*, kemiri sunan, hanya jarak pagar yang mampu

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: djumali_62@yahoo.com

beradaptasi pada kondisi semi-arid, lebih toleran terhadap kekeringan, kandungan minyak yang tinggi, tahan hama serta menghasilkan biji lebih cepat (Divakara *et al.*, 2010; Misra dan Misra, 2011; Naresh *et al.*, 2012).

Selama lima tahun terakhir bermunculan pengembang tanaman jarak pagar. Badan Litbang Pertanian telah meluncurkan bahan tanam berupa benih IP-1 berpotensi hasil 3-4 ton ha⁻¹, IP-2 berpotensi 5-7 ton ha⁻¹ (Hasnam *et al.*, 2008), dan IP-3 berpotensi hasil 8-9 ton ha⁻¹ (Syakir, 2010). Berbagai bidang penelitian jarak pagar telah dilakukan oleh berbagai kalangan. Namun hasil yang diperoleh belum memuaskan. Sebagai akibatnya, banyak pengembang mulai meninggalkan tanaman jarak pagar sehingga pengembangan tanaman tersebut tersendat-sendat. Agar pengembangan tanaman jarak pagar berjalan lancar maka perlu dibuktikan kebenaran potensi hasil.

Seleksi untuk memperoleh IP-1, IP-2, dan IP-3 dilakukan dengan mengambil individu-individu tanaman superior berdasarkan hasil yang diperolehnya. Hasil penelitian Nurnasari dan Djumali (2012) memperlihatkan bahwa keragaman populasi IP-3A baik yang berasal dari benih maupun dari stek batang sangat tinggi. Hasil maksimum individu tanaman meningkat sebesar 330-755% dari hasil populasinya. Dengan merujuk hasil penelitian Romli dan Hariyono (2010) bahwa hasil populasi pertanaman IP-2A dan IP-2P yang berasal dari benih sebesar 2.38 dan 2.01 ton ha⁻¹ serta hasil maksimum individu tanaman meningkat 330%, maka akan diperoleh hasil biji masing-masing sebesar 7.85 dan 6.63 ton ha⁻¹. Hasil tersebut sama dengan potensi IP-2 sebesar 5-7 ton ha⁻¹ (Hasnam *et al.*, 2008). Hasil penelitian Gohil dan Pandya (2008) juga menyatakan bahwa terdapat variabilitas genetik yang tinggi pada hampir seluruh karakter tanaman jarak pagar. Dengan demikian potensi hasil tanaman jarak pagar IP-1, IP-2, dan IP-3 dapat dicapai dengan menciptakan pertanaman tersebut homogen dalam kondisi seperti individu yang memperoleh hasil maksimum.

Homogenitas tanaman merupakan upaya yang harus dilakukan agar diperoleh hasil biji jarak pagar sesuai dengan potensinya. Hasil biji dipengaruhi oleh interaksi antara genetik tanaman dengan kondisi lingkungan tumbuh. Homogenitas kondisi lingkungan tumbuh masih dapat dilakukan, namun homogenitas genetik tanaman sulit dilakukan mengingat hasil tanaman dikendalikan oleh banyak gen. Penelitian bertujuan untuk mencari karakter tanaman yang dominan mempengaruhi hasil jarak pagar sehingga dapat diperoleh homogenitas genetik. Dengan diketahui karakter-karakter tersebut maka akan lebih mudah untuk merekayasa genetik tanaman sehingga diperoleh pertanaman yang homogen sesuai dengan karakteristik tanaman superior penghasil hasil maksimum.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai dengan Desember 2010 di Kebun Percobaan Asembagus (Situbondo) dan Kebun Percobaan Muktiharjo (Pati), sedangkan analisis jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia, Balittas, Malang.

Penelitian dilakukan dengan mengamati secara langsung karakter tanaman di lapangan dan tidak langsung di laboratorium terhadap pertanaman IP-3A (KP Asembagus) berumur 15 bulan untuk wilayah iklim kering dan pertanaman IP-3M (KP Muktiharjo) berumur 8 bulan untuk wilayah iklim sedang. Setiap pertanaman IP-3 diambil 50 contoh tanaman secara sistematis, yakni contoh tanaman dibagi menjadi 10 kelompok dan setiap kelompok terdiri atas 5 tanaman. Kriteria kelompok untuk IP-3A adalah jumlah buah yang terbentuk pada saat pengamatan yakni (1) < 20 buah, (2) 20-39 buah, (3) 40-59 buah, (4) 60-79 buah, (5) 80-99 buah, (6) 100-119 buah, (7) 120-139 buah, (8) 140-159 buah, (9) 160-179 buah, dan (10) > 179 buah. Adapun kriteria kelompok untuk IP-3M adalah jumlah buah yang terbentuk selama satu musim panen, yakni (1) < 50 buah, (2) 50-79 buah, (3) 80-109 buah, (4) 110-139 buah, (5) 140-169 buah, (6) 170-199 buah, (7) 200-229 buah, (8) 230-259 buah, (9) 260-289 buah, dan (10) > 289 buah. Kriteria kelompok antara IP-3A berbeda dengan IP-3M karena hasil buah IP-3A merupakan hasil pengamatan sesaat, sedangkan hasil buah IP-3M merupakan hasil akumulasi panen selama satu musim panen.

Pengamatan langsung di lapangan dilakukan terhadap hasil biji, tinggi tanaman, diameter kanopi, diameter batang utama, jumlah cabang total dan non produktif, jumlah daun per tanaman, dan luas daun. Adapun pengamatan tidak langsung dilakukan terhadap luas daun per tanaman, bobot spesifik daun, kadar air batang, karbohidrat simpanan dalam batang, kadar abu, kadar C-organik, kadar N-total, rasio C/N, dan glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan masing-masing organ tanaman. Kadar abu, C-organik dan N-total digunakan untuk menghitung jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan tanaman sesuai rumus yang digunakan Penning deVries *et al.* (1989).

Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai rerata beserta koefisien keragamannya. Untuk menentukan peubah tanaman yang mempengaruhi hasil biji dilakukan analisis regresi linier berganda langkah mundur antara hasil dengan seluruh peubah pertumbuhan tanaman yang teramati. Karakter pertumbuhan tanaman yang dianggap sebagai penentu hasil adalah karakter yang masuk dalam persamaan mempunyai koefisien determinasi 0.95. Adapun untuk menentukan urutan karakter pertumbuhan tanaman yang paling berpengaruh terhadap hasil dilakukan analisis regresi berganda langkah mundur sampai diperoleh persamaan linier sederhana. Karakter tanaman yang berada dalam persamaan linier sederhana tersebut ditetapkan sebagai karakter yang paling menentukan hasil jarak pagar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Biji dan Karakter Pertumbuhan Tanaman

Biji adalah organ yang bernilai ekonomis pada tanaman jarak pagar, sehingga teknologi budidaya yang dapat meningkatkan pembungaan dan hasil buah (biji) penting dipelajari untuk meningkatkan produktivitas jarak pagar (Santoso, 2012). Peningkatan pada ukuran dan bobot

biji secara langsung akan meningkatkan kandungan minyak dan protein dalam kernel. Hal ini dikarenakan pada saat biji meningkat bobotnya, proporsi relatif endosperma terhadap total bobot biji akan meningkat (Montes *et al.*, 2013). Produksi tanaman jarak pagar merupakan akumulasi dari jumlah buah dikalikan dengan bobot buah, dua karakter ini paling berpengaruh terhadap produksi tanaman, sehingga perlu diketahui karakter-karakter lain yang mempengaruhi jumlah buah dan bobot buah agar produksi tanaman jarak pagar dapat ditingkatkan.

Hasil biji yang diperoleh pada IP-3A dan IP-3M menghasilkan koefisien keragaman masing-masing sebesar 46.4 dan 49.5% (Tabel 1). Hal ini terjadi karena penggunaan metode sistematis dalam pengambilan contoh tanaman, dimana dasar pengambilan contoh tanaman adalah jumlah buah yang terbentuk pada saat pengamatan untuk pertanaman IP-3A dan jumlah buah terbentuk selama satu

musim panen untuk pertanaman IP-3M. Keragaman hasil biji yang demikian sengaja dicari agar dapat diperoleh suatu persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan karakter pertumbuhan tanaman yang berpengaruh terhadap hasil biji pada kedua pertanaman tersebut.

Meskipun koefisien keragaman hasil biji IP-3A dan IP-3M cukup besar, namun keragaman karakter pertumbuhan tanaman tidak semuanya mendekati keragaman hasil biji. Dari 26 karakter pertumbuhan tanaman yang teramati, 11.5% karakter pertumbuhan IP-3A dan 30.8% karakter pertumbuhan IP-3M yang mempunyai keragaman mendekati keragaman hasil biji, yakni sekitar 40-60%. Karakter pertumbuhan tersebut adalah jumlah cabang non produktif, kandungan N-total dalam jaringan batang, dan rasio C/N dalam jaringan daun untuk IP-3A serta luas daun per tanaman, kandungan N-total dalam jaringan batang, petiol, tajuk, rasio C/N dalam jaringan batang, daun, petiol, dan

Tabel 1. Hasil dan karakter pertumbuhan tanaman IP-3A di KP. Asembagus dan IP-3M di KP. Muktiharjo tahun 2010

Variabel agronomis dan fisiologis	IP-3A		IP-3M	
	Rerata	KK (%)	Rerata	KK (%)
Hasil (g tanaman ⁻¹)	283.80	46.41	297.20	49.50
Pertumbuhan tanaman :				
- Tinggi tanaman (cm)	171.00	14.01	143.20	14.94
- Diameter kanopi (cm)	187.90	12.83	159.10	14.08
- Diameter batang utama (cm)	7.72	21.63	5.03	29.82
- Jumlah cabang non produktif per tanaman	4.76	59.45	5.63	61.28
- Total jumlah cabang per tanaman	24.54	38.18	18.49	32.50
- Jumlah daun per tanaman	674.30	28.59	417.60	39.97
- Luas daun per tanaman (dm ²)	8,690	39.39	2,608	48.35
- Bobot spesifik daun (g dm ⁻²)	6.82	11.44	5.41	16.64
- Kadar air batang (%)	458.90	21.75	600.10	20.40
- Karbohidrat simpanan dalam batang (mg g ⁻¹)	0.144	18.75	0.143	18.88
- Kadar C-organik dalam batang (%)	11.74	20.95	11.52	8.59
- Kadar C-organik dalam daun (%)	13.21	6.89	12.24	5.96
- Kadar C-organik dalam petiol (%)	12.01	13.24	11.57	8.56
- Kadar C-organik dalam tajuk (%)	12.32	12.91	11.70	7.44
- Kadar N-total dalam batang (%)	0.63	53.97	1.46	44.52
- Kadar N-total dalam daun (%)	1.17	29.91	2.98	31.54
- Kadar N-total dalam petiol (%)	0.44	18.18	1.26	50.00
- Kadar N-total dalam tajuk (%)	0.81	38.27	1.82	42.86
- Rasio C/N dalam batang	25.43	70.07	11.97	52.46
- Rasio C/N dalam daun	12.84	48.91	4.68	45.09
- Rasio C/N dalam petiol	27.99	22.44	12.00	51.83
- Rasio C/N dalam tajuk	21.33	61.93	7.72	49.09
- Glukosa untuk jaringan batang (g g ⁻¹)	1.225	12.08	1.485	11.99
- Glukosa untuk jaringan daun (g g ⁻¹)	1.674	5.73	1.714	7.41
- Glukosa untuk jaringan petiol (g g ⁻¹)	1.467	8.73	1.509	10.14
- Glukosa untuk jaringan tajuk (g g ⁻¹)	1.408	7.46	1.542	10.25

tajuk untuk IP-3M. Karakter pertumbuhan terbanyak 46.2% mempunyai keragaman < 20%, baik untuk IP-3A maupun IP-3M (Tabel 2). Sampai saat ini belum diketahui apakah terdapat keterkaitan antara keragaman karakter pertumbuhan dengan keragaman hasil biji dalam menentukan karakter pertumbuhan yang mempengaruhi hasil biji jarak pagar sehingga perlu dilakukan analisis regresi linier berganda (*Stepwise Analysis*).

Karakter Pertumbuhan Tanaman yang Mempengaruhi Hasil Biji IP-3A

Hasil analisis regresi linier berganda antara hasil biji IP-3A dengan karakter pertumbuhan memperlihatkan bahwa karakter pertumbuhan mempengaruhi hasil biji dengan total

pengaruh sebesar 99.6% (Tabel 2). Oleh karena itu dilakukan analisis regresi berganda langkah mundur sampai diperoleh total pengaruh sebesar 95%.

Hasil analisis regresi linier berganda langkah mundur memperlihatkan bahwa total pengaruh sebesar 95.1% diperoleh dengan karakter pertumbuhan meliputi jumlah cabang non produktif, jumlah cabang total, kandungan C-organik dalam jaringan batang dan petiol, rasio C/N dalam jaringan batang dan petiol, serta jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan batang dan petiol (Tabel 2). Dengan demikian kedelapan karakter pertumbuhan tersebut merupakan karakter pertumbuhan yang mempengaruhi hasil biji IP-3A.

Dari kedelapan karakter pertumbuhan yang mempengaruhi hasil biji IP-3A, hanya jumlah cabang

Tabel 2. Nilai *t-student* pada berbagai persamaan linier berganda antara hasil dengan karakter pertumbuhan tanaman jarak pagar IP-3A

Karakter tanaman	Nilai <i>t-student</i> pada persamaan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tinggi	0.340	0.435	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
φ kanopi	55.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
φ pangkal	-0.795	-0.841	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ CBN	-1.751	-1.985	-2.602	-4.069	-7.721	-6.234	-6.185	-6.067	-5.735	-5.762	-	-
Σ cab. total	2.159	2.382	2.874	4.242	11.861	9.943	9.924	10.377	10.568	10.556	7.466	25.467
Σ daun	0.067	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luas daun	-0.324	-0.781	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BSD	0.235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KA Batang	0.713	0.794	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kar Batang	0.282	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C batang	1.208	1.266	2.036	4.077	4.265	1.008	-	-	-	-	-	-
C daun	2.352	2.471	3.125	3.309	-	-	-	-	-	-	-	-
C petiol	2.056	2.213	7.112	6.759	4.769	3.946	3.821	2.524	-	-	-	-
C tajuk	1.591	1.715	1.976	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N batang	-0.587	-0.567	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N daun	-0.457	-0.377	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N petiol	-0.667	-0.620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N tajuk	-0.939	-0.943	-2.385	-1.924	-	-	-	-	-	-	-	-
C/N batang	2.858	3.006	3.226	5.201	5.140	3.355	3.252	-	-	-	-	-
C/N daun	0.607	0.615	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C/N petiol	1.489	1.578	7.702	7.809	8.983	7.057	6.984	6.340	6.211	6.978	12.628	-
C/N tajuk	1.886	1.953	1.670	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glu batang	1.450	1.515	3.356	3.968	4.158	-	-	-	-	-	-	-
Glu daun	2.280	2.406	3.832	3.314	-	-	-	-	-	-	-	-
Glu petiol	3.969	4.112	6.914	6.602	4.619	3.994	3.864	2.643	0.895	-	-	-
Glu tajuk	1.541	1.640	2.325	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ²	0.996	0.992	0.977	0.965	0.951	0.948	0.941	0.934	0.930	0.926	0.918	0.881

Keterangan: φ = diameter; Σ = Jumlah; CBN = cabang non produktif; BSD = bobot spesifik daun; KA = kadar air; Kar = karbohidrat; C = karbon; N = nitrogen; Glu = Glukosa

non produktif yang mempunyai keragaman mendekati keragaman hasil biji. Keragaman rasio C/N dalam jaringan batang mempunyai keragaman > 60%, sedangkan keenam karakter lainnya mempunyai keragaman kurang dari 40% (Tabel 1). Hasil tersebut membuktikan bahwa tidak terdapat keterkaitan antara keragaman karakter pertumbuhan dengan keragaman hasil biji dalam menentukan karakter pertumbuhan tanaman IP-3A yang mempengaruhi hasil biji jarak pagar.

Analisis regresi selanjutnya menghasilkan urutan karakter yang mempengaruhi hasil biji. Jumlah cabang total merupakan karakter pertumbuhan yang paling berpengaruh terhadap hasil biji IP-3A disusul rasio C/N dalam jaringan petiol, jumlah cabang non produktif, jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan petiol, kandungan C-organik dalam jaringan petiol, rasio C/N dalam jaringan batang, kandungan C-organik dalam jaringan batang, dan jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan batang (Tabel 2).

Jumlah cabang total merupakan karakter pertumbuhan yang paling menentukan hasil biji jarak pagar IP-3A dengan persentase penentu sebesar 88.1%. Jumlah cabang total meliputi jumlah cabang produktif dan cabang non produktif. Cabang produktif adalah cabang-cabang sekunder yang terdapat tandan bunga atau tempat kedudukan bunga dan buah pada tanaman, sedangkan cabang-cabang sekunder yang tidak terdapat tandan bunga/buah disebut cabang non produktif (Riajaya dan Hariyono, 2011). Cabang sekunder terbentuk setelah tanaman berumur 4 bulan atau setelah terbentuknya bunga pada cabang produktif (Santoso *et al.*, 2008). Semakin banyak jumlah cabang produktif maka produksi biji akan meningkat dan demikian pula sebaliknya untuk jumlah cabang non produktif. Oleh karena itu jumlah cabang produktif berpengaruh positif dan jumlah cabang non produktif berpengaruh negatif terhadap produksi biji yang dihasilkan (Tabel 2). Jumlah cabang produktif jauh lebih besar dibanding jumlah cabang non produktif sehingga berpengaruh besar terhadap produksi biji. Rao *et al.* (2008) dan Tar *et al.* (2011) melaporkan bahwa jumlah cabang primer dan tinggi tanaman berkorelasi positif terhadap hasil biji pada tanaman jarak pagar berumur satu tahun. Hasil penelitian Hartati *et al.* (2012) juga menunjukkan bahwa jumlah cabang total adalah karakter vegetatif yang berkorelasi positif dengan jumlah buah (biji).

Jumlah cabang produktif berpengaruh positif terhadap produksi biji, sedangkan jumlah cabang non-produktif berpengaruh negatif terhadap hasil biji jarak pagar IP-3A. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hartati *et al.* (2009) yaitu karakter jumlah cabang total per tanaman, jumlah cabang produktif per tanaman, jumlah infloresen per tanaman dan jumlah tandan per tanaman berkorelasi positif dengan jumlah buah per tanaman. Demikian juga hasil Raden *et al.* (2009) bahwa jumlah buah per tandan secara signifikan dipengaruhi oleh jumlah cabang produktif.

Rasio C/N merupakan indikator ketersediaan hara C-organik dan N dalam jaringan tanaman. Semakin muda jaringan tanaman maka rasio C/N semakin rendah. Nilai rasio C/N bervariasi antar bagian tanaman yang satu dengan yang lain (Hicks, 2006). Hara C-organik merupakan bahan

utama penyusun karbohidrat dan N merupakan bahan utama penyusun protein (Salisbury dan Ross, 1995). Semakin tinggi kandungan protein dalam jaringan tanaman semakin lama fase pertumbuhan vegetatifnya, sedangkan semakin tinggi kandungan karbohidrat dalam jaringan tanaman semakin cepat fase pertumbuhan vegetatifnya (Marvelia *et al.*, 2006). Nilai rasio C/N yang tinggi menjadi pendorong tanaman cepat berbunga (Rai *et al.*, 2004). Bila pertanaman cepat memasuki fase pembungaan maka waktu penimbunan karbohidrat yang tersedia untuk pembentukan biji semakin panjang sehingga produksi biji yang dihasilkan semakin tinggi. Hal inilah yang menyebabkan rasio C/N dan kandungan C-organik dalam jaringan batang dan petiol berpengaruh positif terhadap produksi biji IP-3A (Tabel 2).

Pembentukan jaringan yang mengandung karbohidrat tinggi memerlukan jumlah glukosa yang banyak. Mengingat kandungan karbohidrat dalam jaringan petiol dan batang berpengaruh positif terhadap produksi biji IP-3A, maka jumlah glukosa yang diperlukan untuk pembentukan kedua jaringan tersebut juga berpengaruh positif terhadap produksi biji IP-3A (Tabel 2).

Karakter Pertumbuhan Tanaman yang Mempengaruhi Hasil Biji IP-3M

Karakter pertumbuhan mempengaruhi hasil biji IP-3M dengan total pengaruh sebesar 99.7%. Dengan batasan bahwa karakter pertumbuhan dengan total pengaruhnya sebesar 95% sebagai karakter yang mempengaruhi hasil biji, maka diperoleh 9 karakter pertumbuhan yang mempengaruhi hasil biji. Kesembilan karakter tersebut dimulai dari yang terbesar pengaruhnya adalah rasio C/N dalam jaringan tajuk, kandungan N-total dalam jaringan tajuk, jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan tajuk dan batang, kandungan C-organik dalam jaringan tajuk dan batang, jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan daun, kandungan C-organik dalam jaringan daun, dan kadar air batang (Tabel 3). Dari 9 karakter tersebut, hanya kandungan N-total dalam jaringan tajuk yang berpengaruh negatif terhadap hasil biji. Kandungan C-organik dalam jaringan tanaman berpengaruh positif terhadap produksi biji IP-3A dan IP-3M.

Kandungan N-total dalam jaringan tanaman akan memicu terbentuknya senyawa sitokinin, dimana semakin tinggi kandungan sitokinin dalam jaringan tanaman akan memperlambat tanaman untuk memasuki fase pembungaan (Salisbury dan Ross, 1995). Hal inilah yang menyebabkan kandungan N-total dalam jaringan tanaman berpengaruh negatif terhadap hasil biji IP-3M (Tabel 3). Kandungan N-total yang tinggi akan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, sintesis protein serta pembentukan klorofil, dan dapat menurunkan hasil biji namun apabila jumlah N terlalu tinggi dapat menunda kematangan tanaman (Latifa dan Anggarwulan, 2009). Kandungan C-organik dan N-total dalam jaringan tanaman berpengaruh terhadap hasil biji IP-3M, maka rasio C/N dalam jaringan tanaman juga berpengaruh terhadap hasil biji IP-3M (Tabel 3).

Jaringan tanaman tersusun atas karbohidrat, protein, lemak, lignin, asam organik, dan mineral (Salisbury dan

Ross, 1995). Untuk membentuk 1 g pati diperlukan 1.275 g glukosa, 1 g protein diperlukan 1.887 g glukosa, 1 g lemak diperlukan 3.189 g glukosa, 1 g lignin diperlukan 2.231 g glukosa, dan 1 g asam organik diperlukan 0.954 g glukosa (Penning de Vries *et al.*, 1989). Bila pembentukan jaringan tajuk, batang, dan daun memerlukan glukosa yang lebih banyak berarti terjadi pembentukan senyawa protein, lemak, atau lignin yang lebih banyak. Pembentukan senyawa protein dalam daun yang tinggi menyebabkan kandungan klorofil meningkat sehingga meningkatkan laju fotosintesis dan produksi biji. Pembentukan lignin dalam jaringan batang yang tinggi dapat memperkokoh batang untuk menopang pertumbuhan buah semaksimal mungkin sehingga hasil biji yang dihasilkan dapat meningkat. Hal inilah yang menyebabkan jumlah glukosa yang diperlukan

untuk membentuk per gram jaringan tajuk, daun, dan batang berpengaruh positif terhadap hasil biji IP-3M (Tabel 3).

Ketersediaan air dalam jaringan tanaman berfungsi untuk proses fotosintesis, pembelahan sel, dan media translokasi hara dan fotosintat (Griffin *et al.*, 2004; Lestari, 2006). Bila ketersediaan air dalam jaringan tanaman bukan menjadi faktor pembatas, maka laju fotosintesis menjadi tinggi, pembelahan sel berjalan cepat, dan translokasi hara dan fotosintat berjalan lancar. Translokasi hara N yang berjalan cepat menyebabkan proses pembentukan sitokinin berjalan cepat sehingga fotosintat diarahkan untuk proses pembelahan sel guna mendukung pertumbuhan tanaman. Kondisi ini menyebabkan pertanian mengalami perlambatan dalam memasuki fase pembungaan sehingga hasil biji IP-3M menjadi rendah. Hal inilah yang

Tabel 3. Nilai *t-student* pada berbagai persamaan linier berganda antara hasil dengan karakter pertumbuhan tanaman jarak pagar IP-3M

Karakter tanaman	Nilai <i>t-student</i> pada persamaan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tinggi	-0.722	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
φ kanopi	0.126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
φ pangkal	0.714	2.026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ CBN	1.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ cab. total	-1.035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ daun	0.035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luas daun	0.783	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BSD	-0.040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KA batang	1.537	3.990	5.422	3.222	-	-	-	-	-	-	-	-
Kar batang	-0.975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C batang	0.934	7.495	7.380	5.626	5.110	2.320	3.334	-	-	-	-	-
C daun	0.963	7.087	6.435	4.197	4.535	-	-	-	-	-	-	-
C petiol	0.299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C tajuk	0.949	7.892	7.582	6.019	5.479	2.776	3.903	2.594	-	-	-	-
N batang	-0.861	-5.268	-4.397	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N daun	-1.158	-5.259	-3.806	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N petiol	-0.841	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N tajuk	-0.974	-6.259	-5.291	-5.905	-8.702	-9.004	-9.351	-8.341	-7.691	-6.997	-7.062	-
C/N batang	0.971	3.505	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C/N daun	1.317	2.884	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C/N petiol	0.960	3.175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C/N tajuk	0.893	4.548	6.718	7.801	15.697	13.719	13.511	12.848	12.383	10.759	13.887	34.583
Glu batang	0.940	7.809	7.433	6.308	6.414	4.031	4.401	4.322	5.484	-	-	-
Glu daun	0.949	6.259	6.189	4.016	4.811	1.528	-	-	-	-	-	-
Glu petiol	0.670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glu tajuk	0.947	7.984	7.666	7.064	7.119	4.933	5.337	6.765	6.380	3.021	-	-
R ²	0.997	0.974	0.962	0.950	0.943	0.934	0.923	0.921	0.929	0.920	0.916	0.892

Keterangan: φ = Diameter; Σ = Jumlah; CBN = cabang non produktif; BSD = bobot spesifik daun; KA = kadar air; Kar = karbohidrat; C = karbon; N = nitrogen; Glu = glukosa

menyebabkan kadar air dalam batang berpengaruh negatif terhadap hasil biji IP-3M (Tabel 3). Karakter-karakter agronomi dan fisiologis yang telah diketahui dapat menjadi informasi penting untuk merakit varietas unggul jarak pagar sehingga diperoleh pertanaman yang homogen sesuai dengan karakteristik tanaman superior.

KESIMPULAN

Karakter tanaman IP-3A yang mempengaruhi hasil biji mulai yang paling besar pengaruhnya adalah jumlah cabang, rasio C/N jaringan petiol, jumlah cabang non produktif, jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan petiol, kandungan C-organik dalam jaringan petiol, rasio C/N dalam jaringan batang, kandungan C-organik dalam jaringan batang, dan jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan batang. Dari 8 karakter tersebut, hanya jumlah cabang non produktif yang berpengaruh negatif terhadap hasil. Adapun karakter tanaman IP-3M yang mempengaruhi hasil biji mulai yang paling besar pengaruhnya adalah rasio C/N tajuk, kandungan N dalam jaringan tajuk, jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan tajuk dan batang, kandungan C-organik dalam jaringan tajuk dan batang, jumlah glukosa yang diperlukan untuk membentuk per gram jaringan daun, kandungan C-organik dalam jaringan daun, dan kadar air batang. Dari 9 karakter tersebut, hanya kandungan N dalam jaringan tajuk yang berpengaruh negatif terhadap hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- Divakara, B.N., H.D. Upadhyaya, S.P. Wani, C.L. Laxmipathi Gowda. 2010. Biology and genetic improvement of *Jatropha curcas* L.: a review. Appl. Energ. 87:732-742.
- Gohil, R.H., J.B. Pandya. 2008. Genetic diversity assesment in physic nut (*Jatropha curcas* L.). Int. J. Plant Prod. 2:321-326.
- Griffin, J.J., T.G. Ranney, D.M. Pharr. 2004. Heat and drought influence photosynthesis, water relation, and soluble carbohydrates of two ecotypes of redbud (*Cercis canadensis*). J. Hort. Sci. 129:497-502.
- Hartati, R.S., A. Setiawan, B. Heliyanto, Pranowo D, Sudarsono. 2009. Keragaan morfologi dan hasil 60 individu jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terpilih di kebun percobaan Pakuwon Sukabumi. J. Littri 15:152-161.
- Hartati, R.S., A. Setiawan, B. Heliyanto, Sudarsono. 2012. Keragaman genetik, heritabilitas, dan korelasi antar karakter 10 genotipe terpilih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). J. Littri 18:74-80.
- Hasnam, C. Syukur, R.R.S. Hartati, S. Wahyuni, D. Pranowo, S.E. Susilowati, E. Purlani, B. Heliyanto. 2008. Pengadaan bahan tanam jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) di Indonesia, desa mandiri energi serta strategi penelitian di masa depan. hal. 9-18. Dalam B. Heliyanto, D. Soetopo, R.D. Purwati, T. Yulianti, R. Mardjono, B. Hariyono, S. Tirtosuprobo, N. Asbani, Joko-Hartono (Ed.). Prosiding Lokakarya Nasional III: Inovasi Teknologi Jarak Pagar untuk Mendukung Program Desa Mandiri Energi. Bayumedia Publishing. Malang 5 Nopember 2007.
- Hicks, P. 2006. Distribution of carbon/nitrogen ratio in the various organs of the wheat plant at different periods of its life history. New Phytol. 27:108-116.
- Latifa, I.C., E. Anggarwulan. 2009. Kandungan nitrogen jaringan, aktivitas nitrat reduktase, dan biomassa tanaman kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) pada variasi naungan dan pupuk nitrogen. Bioteknologi 6:70-79.
- Lestari, E.G. 2006. Hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada somaklon padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR64. Biodiversitas 7:44-48.
- Marvelia, A., S. Darmanti, S. Parman. 2006. Produksi tanaman jagung manis (*Zea mays* L. Saccharata) yang diperlakukan dengan kompos kascing dengan dosis yang berbeda. Bul. Anatomi Fisiologi 14:7-18.
- Misra, M., A.N. Misra. 2011. Jatropha: the biodiesel plant biology, tissue culture and genetic transformation – a review. Int. J. Pure Appl. Sci. Technol. 1:11-24.
- Montes, J.M., F. Technow, B. Böhlinger, K. Becker. 2013. Seed quality diversity, trait associations and grouping of accessions in *Jatropha curcas* L. Ind. Crop. Prod. 51:178-185.
- Naresh, B., M.S. Reddy, P. Vijayalakshmi, V. Reddy, P. Devi. 2012. Physico-chemical screening of accessions of *Jatropha curcas* for biodiesel production. Biomass Bioenerg. 40:155-161.
- Nurnasari, E., Djumali. 2012. Keragaman pertumbuhan dan hasil populasi tanaman jarak pagar IP-3A. Bul. Tembakau Serat Minyak Industri 4:15-23.
- Penning de Vries, F.W.T., D.M. Jansen, H.F.M. ten Berge, A. Bakema. 1989. Simulation of Ecophysiological Processes of Growth in Several Annual Crops. Pudoc, Wageningen.

- Raden, I., B.S. Purwoko, Hariyadi, M. Ghulamahdi, E. Santosa. 2009. Pengaruh tinggi pangkasan batang utama dan jumlah cabang primer yang dipelihara terhadap produksi minyak jarak pagar (*Jatropha curcas*). J. Agron. Indonesia 37:159-166.
- Rai, I.N., R. Poerwanto, L.K. Darusman, B.S. Purwoko. 2004. Pengaturan pembungaan tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) diluar musim dengan strangulasi, serta aplikasi paklobutrazol dan etepon. Bul. Agron. 32:12-20.
- Rao, G., G. Korwar, A. Shanker, Y. Ramakrishna. 2008. Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* L. accessions. Trees 22:697-709.
- Riajaya, P.D., B. Hariyono. 2011. Pengaruh pengairan terhadap produksi dan kandungan minyak biji tiga provenan jarak pagar (*Jatropha curcas*, L). J. Littri 17:67-76.
- Romli, M., B. Hariyono. 2010. Respon tiga populasi komposit-2 (IP-2) jarak pagar terhadap pertumbuhan, hasil, dan kandungan minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). hal. 105-112. Dalam R.D. Puwrtati, D. Soetopo, T. Yulianti, Djumali, B. Hariyono, N. Asbani, Joko-Hartono, S. Tirtosuprbo (Ed.). Prosiding Lokakarya Nasional V : Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer Menuju DME Berbasis Jarak Pagar. Tunggal Mandiri Publishing. Malang 4 Nopember 2009.
- Salisbury, F.B., C.W. Ross. 1995. Plant Physiology. 4th edition. Wadsworth Publishing Co., New York.
- Santoso, B.B., Hasnam, Hariyadi, S. Susanto, B.S. Purwoko. 2008. Potensi hasil jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) pada tahun pertama budidaya di lahan kering Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Bul. Agron. 36:161-167.
- Santoso, B.B. 2012. Keragaan hasil jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) pada berbagai umur pemangkasan. J. Agron. Indonesia 40:69-76.
- Syakir. 2010. Prospek dan kendala pengembangan jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai bahan bakar nabati di Indonesia. Perspektif 9:55-65.
- Tar, M.M., P. Tanya, P. Srinives. 2011. Heterosis of agronomic characters in *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.). Kasetsart J. (Nat. Sci.) 45:583-593.